



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA**

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

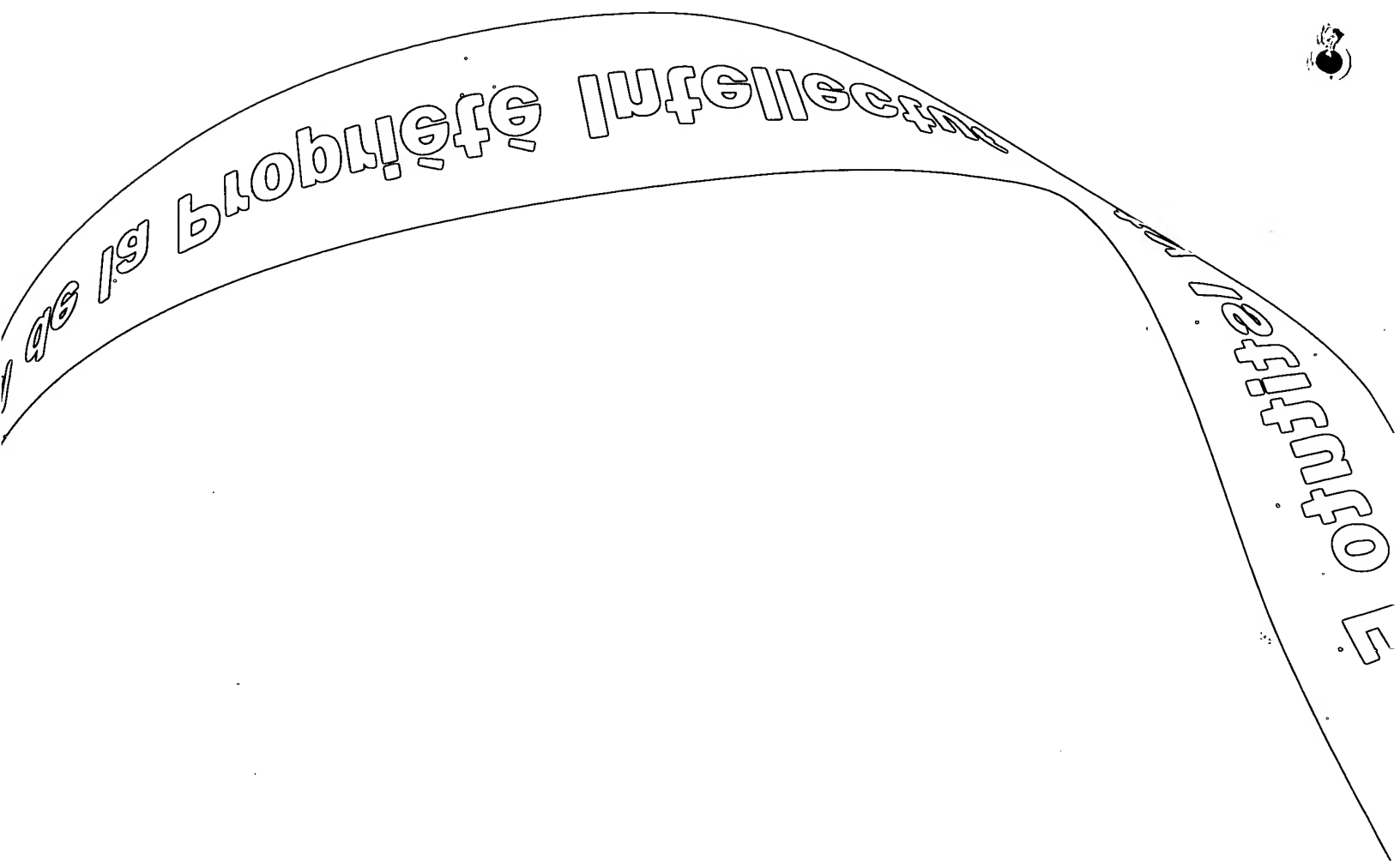
I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 17. DEZ. 2003

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

  
Heinz Jenni



Patentgesuch Nr. 2003 0311/03

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Thermoplastischer Mehrschichtverbund in Form eines Hohlkörpers.

Patentbewerber:

EMS Chemie AG

Reichenauerstrasse

7013 Domat/Ems

Vertreter:

Isler & Pedrazzini AG

Gotthardstrasse 53

8023 Zürich

Anmeldedatum: 28.02.2003

Voraussichtliche Klassen: F16L

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5

## BESCHREIBUNG

### TITEL

Thermoplastischer Mehrschichtverbund in Form eines Hohlkörpers

### TECHNISCHES GEBIET

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft einen thermoplastischen Mehrschichtverbund in Form eines Hohlkörpers aufgebaut aus wenigstens einer Innenschicht auf Basis von Polyamiden, wenigstens einer Zwischenschicht sowie wenigstens einer thermoplastischen Aussenschicht. Zudem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen thermoplastischen Mehrschichtverbundes
- 15 sowie eine Verwendung eines derartigen thermoplastischen Mehrschichtverbundes. Unter Hohlkörper werden hier auch Hohlprofile, insbesondere ein Mehrschichtschlauch oder ein Mehrschichtrohr, aber auch ein Mehrschichtbehälter verstanden.

### STAND DER TECHNIK

- 20 Seit langer Zeit werden in Kraftfahrzeugen Kraftstoffleitungen aus Polyamid eingebaut. Zunächst wurden dafür Monorohre verwendet, diese wurden aber wegen der erforderlichen Permeationswerte und der erforderlichen Schlagzähigkeit zunehmend durch Mehrschicht-Kraftfahrzeug-Rohrleitungen ersetzt. Derartige Leitungen weisen eine hohe thermische Belastbarkeit, eine hohe Längenstabilität sowie eine grosse
- 25 Resistenz bzw. niedrige Permeabilität nicht nur für die Hauptkomponenten der transportierten Kraftstoffe auf, sondern auch für darin vorhandene Additive oder Nebenkomponten wie beispielsweise alkoholische Komponenten, aromatische



Bestandteile etc..

Eine derartige Mehrschicht-Kraftfahrzeug-Rohrleitung ist beispielsweise in der deutschen Patentschrift DE 40 06 870 C1 beschrieben. Die darin vorgestellte kälteschlagzähe und längenstabile Kraftstoffleitung ist kurzzeitig thermisch überlastbar und ist aus mindestens drei Schichten aufgebaut. Dabei sind die innere und die äussere Schicht aus schlagzähmodifiziertem Polyamid mit oder ohne Weichmacher ausgebildet. Als innere Schicht wird bevorzugt Polyamid 6 angegeben, während für die Aussenschicht Polyamid 6, 11, 12, oder 1212 vorgeschlagen werden. Als mittlere Schicht, d. h. als so genannte Barrierschicht, werden ebenfalls Polyamide angegeben, konkret werden Polyamid 66 und Polyamidelastomere auf Basis von Polyamid 12 genannt. Die Verwendung derartiger Polyamide als Barrierschicht führt zu einer erhöhten Barrierewirkung in Bezug auf die meist toxischen aromatische Bestandteile der Kraftstoffe.

Eine weitere Mehrschicht-Kraftfahrzeug-Rohrleitung auf Basis von Polyamid wird im deutschen Gebrauchsmuster G 92 03 865.4 U1 angegeben. Wiederum handelt es sich um eine Leitung mit einem Aufbau von drei Schichten, wobei auch in diesem Fall für die Innen- und/oder die Aussenschicht schlagzähmodifizierte Homo- und Copolyamide einschliesslich der elastomeren Copolyamide Anwendung finden. Bevorzugt werden dafür Polyamid 6, Polyamid 11, sowie Polyamid 12 vorgeschlagen. Als Barrierschicht in der Mitte zwischen diesen beiden Schichten aus Polyamid werden Ethylen/Vinylalkohol-Copolymere (EVOH) vorgeschlagen. Um die Haftung zwischen dieser mittleren Schicht und den äusseren Schichten aus Polyamid zu gewährleisten, ist eine zusätzliche Zwischenschicht aus einem Polyamidelastomeren, z. B. aus einem elastomeren Copolyamid aus der Gruppe der Polyetherpolyamide oder der Polyetheresterpolyamide angegeben.

Im Zusammenhang mit einer mittleren Schicht als Barrierschicht ist ausserdem auf die japanische Offenlegungsschrift JP 07-308996 hinzuweisen. Zur Spannungsrissverminderung wird in dieser Schrift vorgeschlagen, die Schicht aus Ethylen/Vinylalkohol-Copolymeren teilweise mit einem Polyamid-Copolymer zu versetzen. Als Copolymer wird dabei unter anderem ein Copolymer aus Polyamid 6 und

Polyamid 12 (Copolyamid 6/12) angegeben.

Insbesondere im Zusammenhang mit der Problematik der Krümmung von derartigen Leitungen ist zudem auf die US 5,469,892 hinzuweisen, welche über balg-ähnliche Bereiche verfügt, die eine problemlose Krümmung derartiger Rohre vereinfacht. In dieser Schrift wird ein dreischichtiger Aufbau beschrieben, bei welchem die äussere Schicht aus Polyamid 12, Polyamid 11 oder Polyamid 6 gebildet wird. Als Option wird ausserdem darauf hingewiesen, eine derartige äussere Schicht als Mehrkomponentensystem aufzubauen, wobei unter anderem eine Mischung aus Nylon-6-Copolymeren mit anderen Nylons vorgeschlagen wird. Als innere Schicht werden Polyamid 12, Polyamid 11, Polyamid 6 als thermoplastisches Material und Mischungen davon vorgeschlagen. Wiederum wird unter anderem auf die Möglichkeit hingewiesen, auch bei der inneren Schicht Nylon-6-Copolymere vermischt mit anderen Nylons und gegebenenfalls olefinischen Bestandteilen zu verwenden. Als mittlere Schicht wird auf eine mit den beiden äusseren Schichten eine Haftung eingehende Schicht ohne Polyamid-Bestandteile hingewiesen. Bevorzugt wird dabei unter anderem auf Ethylen/Vinylalkohol-Copolymere (EVOH) hingewiesen.

Die DE 101 10 964 A1 beschreibt ebenfalls einen thermoplastischen Mehrschichtverbund zur Verwendung als Leitung für Kraftstoffe. Hier handelt es sich um eine Leitung mit einem Aufbau aus vier Schichten, wobei als innere Schicht eine Schicht auf Basis von Polyamid 6, Polyamid 46, Polyamid 66, Polyamid 69, Polyamid 610 oder Polyamid 612 vorgeschlagen wird, gefolgt von einer Formmasse auf Basis von Ethylen/Vinylalkohol-Copolymeren. Auf der anderen Seite folgt auf diese EVOH Schicht eine haftvermittelnde Formmasse auf Basis von Copolyamid 6/12 oder einer Polyamid-Mischung. Unter anderem werden dabei Mischungen aus Polyamid 6 und Polyamid 12 mit Verträglichkeitsvermittler bzw. Mischungen aus Polyamid 6 und Polyamid 11 mit Verträglichkeitsvermittler als derartige Formmassen vorgeschlagen. Aussenseitig wird ein derartiger Schlauch durch eine Schicht auf Basis von Polyamid 12, Polyamid 11, Polyamid 1010, Polyamid 1012 oder Polyamid 1212 abgeschlossen.

Als Stand der Technik aus neuerer Zeit sollte ausserdem auf die EP 1 077 341 A2 hingewiesen werden, welche eine Mehrschicht-Kraftfahrzeug-Rohrleitung beschreibt,

deren innerste Schicht ein elektrisch leitfähig gemachtes Fluorpolymer umfasst. Dieses dient als Barriere und wird gefolgt von einer weiteren Schicht aus Fluorpolymer, welche bei einer Temperatur von 600 Grad F (ca. 315 Grad Celsius) extrudiert werden kann. Diese Schicht wird gefolgt von einer Schicht aus Haftvermittler, wobei es sich dabei um  
5 Mischungen aus Polymeren handeln kann. In einem Koextrusionsprozess werden als äusserste Schicht unter anderem Copolymere oder Mischungen aus Polymeren vorgeschlagen, wobei dafür eine Vielzahl von Bausteinen in Frage kommen, so zum Beispiel verschiedene Polyamide, Polyester, Polyurethane, Polyvinylchloride etc..

Weiterhin ist auf die EP 1 216 826 A2 hinzuweisen, welche grundsätzlich einen  
10 Mehrschichtverbund beschreibt, welcher aus einer Formmasse aus Polyamid (bevorzugt Polyamid 6, Polyamid 66 oder Polyamid 6/66 sowie Mischungen davon), optional mit einem Polyamin-Polyamid-Copolymeren versetzt, sowie mit Gewichtsteilen von anderem Polyamid (bevorzugt Polyamid 11, Polyamid 12, Polyamid 612, Polyamid 1012, Polyamid 1212 sowie Mischungen davon) sowie anschliessend daran aus einer  
15 Schicht aus Ethylen/Vinylalkohol-Copolymer besteht. Dabei wird die Schicht aus Polyamid bevorzugt bei einem Rohr aussenseitig angeordnet. Die Zielsetzung besteht dabei im wesentlichen darin, in der Formmasse aus Polyamid entweder ein Polyamid-Copolymeres als Verträglichkeitsvermittler vorzusehen, oder bei Abwesenheit eines derartigen Polyamid-Copolymeren die Compoundiertemperatur derart hoch anzusetzen,  
20 dass dabei Umamidierungen ablaufen, welche bei der Compoundierung zu die Funktion des Verträglichkeitsvermittlers übernehmenden Polyamid-Blockcopolymeren führen. Dieser Vorgang wird bevorzugt zusätzlich durch Zugabe von entsprechenden Katalysatoren wie beispielsweise hypophosphorige Säure, Dibutylzinnoxid, Triphenylphosphin oder Phosphorsäure unterstützt.

25

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen in Bezug auf die im Stand der Technik zur Verfügung stehenden Mehrschicht-Kraftfahrzeug-Rohrleitungen überlegenen  
Mehrschicht-Aufbau für Hohlkörper vorzuschlagen. Insbesondere soll dieser Aufbau  
30 von innen gegen peroxidhaltiges Benzin resistent sein (so genannte Sour-Gas-Resistenz,



wobei Gas für Gasoline steht), soll den üblichen Erfordernissen in Bezug auf Kälteschlag gerecht werden, und soll ausserdem einen einfachen und kostengünstigen Aufbau aufweisen. Es handelt sich dabei konkret um einen thermoplastischen Mehrschichtverbund aufgebaut aus wenigstens einer Innenschicht auf Basis von Polyamiden, wenigstens einer Zwischenschicht sowie wenigstens einer thermoplastischen Aussenschicht. Der Hohlkörper kann dabei die Form eines Mehrschichtschlauchs, eines Mehrschichtrohrs, oder eines Mehrschichtbehälters haben.

Die Lösung dieser Aufgabe wird dadurch erreicht, dass die Innenschicht aus einer Mischung auf Basis von verschiedenen Polyamid-Homopolymeren gebildet ist.

- Der Kern der Erfindung besteht somit darin, die innere Schicht nicht wie üblich nach dem Stand der Technik auf Basis eines einzigen Polyamid-Homopolymeren oder auf Basis einer Mischung mit Polyamid-6-Copolymeren auszubilden, sondern einen Blend (eine Mischung) aus verschiedenen Polyamid-Homopolymeren zu verwenden. Überraschenderweise zeigt es sich, dass derartige Blends, welche üblicherweise als haftvermittelnde Zwischenschichten verwendet werden, auch als Innenschicht eine hervorragende Stabilität in Bezug auf Peroxid aufweisen. Ausserdem erübrigen sie häufig, da sie gute Haftungseigenschaften aufweisen, gegebenenfalls einen Haftvermittler zur Zwischenschicht, welche Zwischenschicht üblicherweise eine Sperrfunktion übernimmt. Dies erlaubt es, einfachere Strukturen bei gleicher Funktion aufzubauen. Bei Anschlüssen solcher Leitungen an Metallstutzen ist auch die Zinkchlorid-Beständigkeit der erfindungsgemässen Innenschicht ein grosser Vorteil.

- Eine erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Innenschicht ausserdem einen Verträglichkeitsvermittler enthält. Üblicherweise sind Mischungen, die aus verschiedenen Polyamid-Homopolymeren gemischt werden, erst stabil, wenn entsprechende Verträglichkeitsvermittler zugegeben werden.

- Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung muss festgehalten werden, dass hier unter dem Begriff eines Polyamid-Homopolymeren im Gegensatz zu Polyamid-Copolymeren nicht ausschliesslich Homopolymere im engen Sinne, d. h. Homopolymere, bei welchen die einzelnen Monomerbausteine strikt identisch sind, zu verstehen sind. Unter den Begriff Polyamid-Homopolymere fallen hier im



praxisüblichen Sinne auch Polyamide wie beispielsweise Polyamid 66, Polyamid 1012 oder Polyamid 1212, bei welchen zwei unterschiedliche Monomere (Diamin und Dicarbonsäure) Einsatz finden. Wesentlich zur Abgrenzung gegenüber den Copolymeren ist die Tatsache, dass bei den so definierten Polyamid-Homopolymeren im weiteren Sinne das Molverhältnis zwischen den beiden Monomeren nicht variiert werden kann, sondern fix vorgegeben ist (1:1), weil die beiden Monomere aufgrund ihrer reaktiven Gruppen nur streng alternierend in die Polymerkette eingebaut werden können. So ergibt sich jeweils ein Polyamid mit konstanten Haupteigenschaften (z. B. Schmelztemperatur).

- 10 Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der Innenschicht um eine Mischung aus wenigstens zwei Komponenten, wobei es sich bei der ersten Komponente um ein Polyamid-Homopolymer ausgewählt aus der Gruppe Polyamid 6, oder Polyamid 66 handelt, und bei der zweiten Komponente um ein Polyamid-Homopolymeres ausgewählt aus der Gruppe Polyamid 12, Polyamid 11, Polyamid 1010, Polyamid 1212, oder Polyamid 1012. Als besonders geeignet erweist sich eine Mischung respektive ein Blend aus Polyamid 6 und Polyamid 12, wobei dieser Blend gegebenenfalls zusätzlich noch weitere Komponenten (weitere Polyamide, Additive) enthalten kann. Die erste Komponente aus Polyamid 6 hat dabei vorteilhafterweise einen MVR-Wert im Bereich von 20 bis 50, vorzugsweise im Bereich von 25 bis 35. Die zweite Komponente aus Polyamid 12 hat vorteilhafterweise einen MVR-Wert im Bereich von 10 bis 40, vorzugsweise einen Wert im Bereich von 15 bis 25.

Der MVR-Wert (früher auch als MVI-Wert bezeichnet) ist der Volumen-Fliessindex in  $\text{cm}^3$  pro 10 Minuten, gemessen nach einer Aufschmelzzeit von 4 Minuten und im vorliegenden Fall bei 275°C und einer Belastung von 5 kg, gemäss DIN ISO 1133:1991.

Wird eine derartige Mischung aus Polyamiden unter Zugabe eines entsprechenden Verträglichkeitsvermittlers (bei welchem es sich nicht um ein Copolyamid handelt) verarbeitet, d. h. compoundiert oder extrudiert, so kann dies bei Temperaturen unterhalb von 280 Grad Celsius erfolgen. Bevorzugt ist eine Temperatur von kleiner oder gleich 250 Grad Celsius. Als besonders geeignet hat sich insbesondere ein Bereich zwischen

230 und 240 Grad Celsius erwiesen.

Es zeigt sich, dass ein derartiger Blend gute Eigenschaften aufweist, wenn sich die erste Komponente zur zweiten Komponente in einem Gewichtsverhältnis im Bereich von 2:3 bis 3:2 bewegt. Insbesondere bevorzugt wird ein Bereich der Gewichtsverhältnisse dieser beiden Komponenten von 2:3 bis 1:1.

Eine andere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die Innenschicht ausserdem einen Verträglichkeitsvermittler enthält, wobei dieser in einem Anteil im Bereich von 0-30 Gewichtsteilen vorliegt, bezogen auf das Total der Gewichtsteile aus Polyamiden und Verträglichkeitsvermittler. Ganz besonders vorteilhaft ist ein Anteil von 0-20 Gewichtsteilen, insbesondere bevorzugt ein Anteil von 5-15 Gewichtsteilen. Als Verträglichkeitsvermittler kommen Schlagzähmodifikatoren, Elastomere oder Kautschuke in Frage. Kautschuke als Schlagzähmodifikatoren sind beispielsweise in der EP 0 654 505 A1 beschrieben und aus diesem Dokument bekannt. Sie enthalten meist einen elastomeren Anteil und mindestens eine funktionelle Gruppe, die mit einem Polyamid reagieren kann, so zum Beispiel eine Carbonsäure- oder Carbonsäureanhydridgruppe. Es können auch Mischungen von verschiedenen Schlagzähmodifikatoren als Verträglichkeitsvermittler Anwendung finden. Als besonders geeignet haben sich säuremodifizierte Ethylen/ $\alpha$ -Olefin-Copolymere erwiesen. Als weitere Additive für die innere Schicht kommen ausserdem Flammschutzzusätze, Pigmente, Stabilisatoren, Verstärkungsmittel (z. B. Glasfasern), Weichmacher oder auch Zusätze zur Gewährleistung einer elektrischen Leitfähigkeit, d.h. antistatische Additive (z. B. Leitruss oder Karbonfasern oder Graphitfibrillen) in Frage. Diese Additive machen aber bevorzugtermassen insgesamt nicht mehr als 50 Gewichts-% der gesamten Formmasse aus, wobei Flammschutzmittel bis zu 15 Gewichts-% ausmachen können.

Durch die inhärent guten Hafteigenschaften der gewählten Mischungen aus verschiedenen Polyamid-Homopolymeren ist es möglich, wie dies in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform beschrieben wird, die Innenschicht unmittelbar an die Zwischenschicht grenzen zu lassen. Bei einer geeigneten Ausgestaltung der Aussenschicht, beispielsweise aus einem identischen oder ähnlichen Gemisch aus

verschiedenen Polyamid-Homopolymeren wie die Innenschicht, ist es auch möglich, die Zwischenschicht unmittelbar an die Aussenschicht grenzen zu lassen.

Es ist aber auch möglich, weitere Schichten zwischen der Innenschicht und der Zwischenschicht vorzusehen. Eine derartige weitere Zwischenschicht zwischen der  
5 Innenschicht und einer bevorzugt aus Ethylen/Vinylalkohol-Copolymeren gebildeten Zwischenschicht kann bevorzugterweise aus einem Material auf Basis von Polyamid 6, auf Basis eines Copolymeren wie z.B. Copolyamid 6/12, oder auf Basis eines Polyolefins, welches bevorzugt funktionalisiert ist, oder Mischungen davon, bestehen. Weiterhin bevorzugt kann eine zusätzliche Zwischenschicht zwischen der  
10 Zwischenschicht aus Ethylen/Vinylalkohol-Copolymerem und dem als Aussenschicht verwendeten Polyamid-Blend vorgesehen werden, welche zusätzliche Zwischenschicht aus der gleichen Gruppe von Polymeren ausgewählt ist wie die mögliche innere Zwischenschicht.

Eine mögliche Variante besteht auch darin, zwischen der Innen- und der Aussenschicht  
15 wenigstens eine Zwischenschicht ausgewählt aus den im vorangegangenen Absatz erwähnten Materialien, aber ohne EVOH-Zwischenschicht zu verwenden.

Gemäss einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist der Mehrschichtverbund als Rohr ausgebildet. So beispielsweise, wenn er als Benzinleitung oder allgemein als Kraftstoffleitung verwendet werden soll. Beim Rohr kann es sich auch um einen  
20 Einfüllstutzen oder ein Entlüftungsrohr handeln. Die Rohre können glatt oder zumindest in Teilabschnitten gewellt sein. Die Bezeichnung Schlauch statt Rohr wird gelegentlich bei weichgemachten und hochflexiblen Polymertypen verwendet.

Bevorzugt ist auch eine Ausführung des erfindungsgemässen Mehrschichtverbunds als Behälter, z. B. als Kraftstoffkanister oder als Kraftstofftank.

25 Die Zwischenschicht, welche typischerweise die Funktion einer Barriere übernimmt, kann auf der Basis von Ethylen/Vinylalkohol-Copolymeren ausgebildet werden. Bevorzugt werden in einer derartigen Zwischenschicht zusätzlich Additive vorgesehen, um die mechanischen Eigenschaften wie Schlagzähigkeit (insbesondere Kälteschlag), Spannungsrissbeständigkeit, Reissdehnung zu verbessern.

In Bezug auf die Aussenschicht zeigt es sich, dass diese aus Polyolefin oder thermoplastischem Elastomer bestehen kann. Sie kann aber auch vorteilhafterweise aus einer Mischung auf Basis von verschiedenen Polyamid-Homopolymeren gebildet werden, wobei es sich beim Polyamid bevorzugt um wenigstens zwei verschiedene

5 Polyamide handelt, wobei wiederum als erste Komponente bevorzugt Polyamid 6 oder Polyamid 66 verwendet wird, und als zweite Komponente Polyamid 12, Polyamid 11, Polyamid 1010, Polyamid 1012 oder Polyamid 1212. Mit anderen Worten, es ist möglich und ausserdem vorteilhaft, die Aussenschicht aus einem gleichen oder ähnlichen Material auszubilden wie die Innenschicht. Insbesondere dann, wenn die  
10 Aussenschicht aus einer Mischung auf Basis von Polyamid 6 und bevorzugt von Polyamid 12 gebildet wird, stellt sich eine sehr gute Resistenz in Bezug auf Zinkchlorid ein, welche im Zusammenhang mit der Verwendung als Benzinleitung in Automobilen wichtig ist. Denn im Winter kann sich aus Streusalz und zinkhaltigen Metallteilen am Automobil Zinkchlorid bilden, das z. B. reines Polyamid 6 angreift.

15 Bevorzugtermassen ist in der Mischung die erste Komponente (Polyamid 6) im Verhältnis zur zweiten Komponente (bevorzugt Polyamid 12) in einem Gewichtsverhältnis von 2:3 bis 3:2 vorhanden, bevorzugt in einem Gewichtsverhältnis von 2:3 bis 1:1.

Die Aussenschicht kann ausserdem einen Verträglichkeitsvermittler enthalten,  
20 bevorzugt in einem Anteil im Bereich von 0-30 Gewichtsteilen, bezogen auf das Total der Gewichtsteile aus Polyamiden und Verträglichkeitsvermittler. Als besonders vorteilhaft erweist es sich, einen Anteil von 0-20 Gewichtsteilen vorzusehen, insbesondere bevorzugt ist ein Anteil von 5-15 Gewichtsteilen. In Frage kommen als Verträglichkeitsvermittler die bereits im Zusammenhang mit der Innenschicht weiter  
25 oben genannten, d.h. Schlagzähmodifikatoren, Elastomere oder Kautschuke, insbesondere bevorzugt säuremodifizierte Ethylen/ $\alpha$ -Olefin-Copolymere.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen des thermoplastischen Mehrschichtverbundes sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines  
30 thermoplastischen Mehrschichtverbundes, wie er oben angegeben ist. Bei diesem

Verfahren werden bevorzugt die Innenschicht, die Zwischenschicht sowie die Aussenschicht und gegebenenfalls weitere Zwischenschichten in einem Koextrusionsprozess zusammengefügt, wobei das Extrudat z. B. zu einem Rohr respektive einer Leitung oder einem Behälter geformt wird. Dies kann kontinuierlich oder diskontinuierlich (z. B. durch Extrusionsblasformen) geschehen.

Ausserdem geht es in der vorliegenden Schrift um eine Verwendung eines thermoplastischen Mehrschichtverbundes, wie er oben beschrieben ist, bevorzugt als Kraftstoffleitung insbesondere für flüssige Kraftstoffe wie Benzin oder Diesel beispielsweise bei Verbrennungsmotoren.

10

#### KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 einen axialen Schnitt durch eine Kraftstoffleitung mit einem Mehrschichtaufbau.

15

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt einen allgemeinen Aufbau einer Kraftstoffleitung aus einem thermoplastischen Mehrschichtverbund 4, welche als Ausführungsbeispiel für die vorliegende Erfindung dienen soll. Die Leitung umfasst einen Innenraum 5, welcher nach aussen zunächst von einer Innenschicht 1 umschlossen ist. Unmittelbar an die Innenschicht 1 grenzt eine Zwischenschicht 2, welche üblicherweise eine Barrierefunktion respektive Sperrschichtfunktion übernimmt. Die Kraftstoffleitung wird zum Aussenraum 6 durch eine Aussenschicht 3 begrenzt, welche unmittelbar an die Zwischenschicht 2 grenzt.

Ein derartiger einfacher Aufbau aus nur 3 Schichten wird ermöglicht, wenn als Innenschicht 1 ein polymerer Werkstoff verwendet wird, welcher einerseits bereits genügende Hafteigenschaften aufweist, um mit der Zwischenschicht 2 eine stabile Verbindung einzugehen, und welcher andererseits eine genügende chemische Resistenz

zu den im Innenraum 5 zu fördernden Brennstoffen aufweist. Nach dem Stand der Technik, wie er beispielsweise in der DE 101 10 964 A1 beschrieben ist, werden nämlich typischerweise für derartige Anwendungen thermoplastische Mehrschichtverbundsysteme verwendet, welche mindestens vier oder fünf Schichten aufweisen.

Erfindungsgemäss wird vorgeschlagen, für die Innenschicht 1 eine Mischung auf Basis von verschiedenen Polyamid-Homopolymeren zu verwenden. Es handelt sich dabei bevorzugt um eine Mischung aus Polyamid 6 und Polyamid 12. Ein derartiger Blend, welcher typischerweise bis anhin als Haftvermittler Verwendung fand, erweist sich überraschenderweise als stabil gegenüber Brennstoffen und möglicherweise darin enthaltener Additive oder häufig ebenfalls enthaltener weiterer Komponenten wie Peroxide (so genannte Sour-Gas-Beständigkeit), etc. Ausserdem kann diese vorgeschlagene Schicht direkt an eine Zwischenschicht 2 angrenzend ausgebildet sein, da sie bereits inhärent genügende Hafteigenschaften zu typischen Zwischenschichten 2 aufweist.

Als Material für die Innenschicht 1 wurde beim Ausführungsbeispiel eine Mischung aus 45 Gewichts-% Polyamid 6 und 45 Gewichts-% Polyamid 12 bei 10% eines säuremodifizierten Ethylen/ $\alpha$ -Olefin-Copolymers als Verträglichkeitsvermittler sowie Stabilisatoren verwendet. Es wird in der Folge mit GRILAMID<sup>®</sup> XE 3850 bezeichnet, und ist unter diesem Namen bei der EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, Schweiz, erhältlich.

Die verwendeten Materialien wurden zur weiteren Charakterisierung in Bezug auf den Volumen-Fliessindex MVR (Melt Volume Rate; früher MVI, Melt Volume Index) untersucht. Der MVR-Wert ist der Volumen-Fliessindex in cm<sup>3</sup> pro 10 Minuten, gemessen nach einer Aufschmelzzeit von 4 Minuten bei 275 °C und einer Belastung von 5 kg, und wurde nach DIN ISO 1133: 1991 gemessen. Diese Messungen wurden sowohl bei der vorgeschlagenen Mischung GRILAMID<sup>®</sup> XE 3850 für die Innenschicht als auch bei den Ausgangsprodukten zur Herstellung einer derartigen Mischung durchgeführt.

Die Komponente aus Polyamid 6 (erste Komponente des Blend) für sich allein hat dabei einen MVR-Wert im Bereich von 20 bis 50, vorzugsweise im Bereich von 25 bis 35.

Die Komponente aus Polyamid 12 (zweite Komponente des Blend) für sich allein hat einen MVR-Wert im Bereich von 10 bis 40, vorzugsweise einen Wert im Bereich von 15 bis 25.

Die Mischung (Blend inklusive Verträglichkeitsvermittler und Stabilisatoren, GRILAMID® XE 3850) hat einen MVR-Wert im Bereich von 5 bis 20, bevorzugt wird dabei ein Bereich von 5 bis 15.

Alternativ kann auch ein unter dem Namen GRILAMID® XE 3795 bei der EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, Schweiz, erhältliches Gemisch verwendet werden (Produkt-Bezeichnung nach ISO 1874: PA12/PA6/X, EG, 18-020).

Als Material für die Zwischenschicht 2 (Barriere- und Inhibitorschicht) wurde ein Ethylen/Vinylalkohol-Copolymer (EVOH) verwendet. Konkret handelte es sich beim Ausführungsbeispiel um ein Produkt der Firma KURARAY, welches unter dem Namen EVAL® unter der Produktkennzeichnung F101A erhältlich ist.

Die Zwischenschicht 2 kann durch Beimischung eines Copolyamides in Bezug auf die Tendenz zu Spannungsrissen verbessert werden. Eine derartige Beimischung ist beispielsweise in der eingangs bereits angeführten JP 07-308996 erläutert, und der Inhalt dieser Schrift wird in Bezug auf die Beimischung eines Copolyamides explizit an dieser Stelle eingeschlossen. Es zeigt sich, dass insbesondere in Kombination mit einer erfindungsgemässen Innenschicht 1 auf Basis eines Blends von Polyamid-Homopolymeren eine derartige Beimischung eines Copolyamides oder einer Mischung von Copolyamiden zur Zwischenschicht aus EVOH wesentlich verbesserte Spannungsrisseigenschaften erhalten werden können, wobei aber die Barrierewirkung abnimmt.

Als Material für die Aussenschicht 3 wird beim Ausführungsbeispiel das gleiche Material wie für die Innenschicht 1 verwendet, d. h. GRILAMID® XE 3850. Es ist aber auch möglich, als Aussenschicht andere Materialien zu verwenden. Es zeigt sich, dass insbesondere bei Verwendung des genannten GRILAMID® XE 3850 eine sehr hohe Zinkchloridbeständigkeit erreicht werden kann.

Ganz allgemein muss noch erwähnt werden, dass es möglich ist, zwischen der



Barrierschicht 2 aus beispielsweise EVOH und der Innenschicht und/oder der Aussenschicht weitere Schichten beispielsweise aus Polyamid 6 und/oder Copolyamid oder aus dem unter dem Produktnamen "Polymer XE 3153" bei der EMS CHEMIE AG, Domat/Ems, Schweiz erhältlichen gepfropften Polypropylen (d.h. einem

5 funktionalisierten Polyolefin) vorzusehen, oder die Zwischenschicht 2 durch ein Polyamid 6 oder ein Copolyamid 6/12 oder ein Polyolefin oder einen Blend von mindestens zwei dieser Komponenten zu ersetzen. Ausserdem ist es möglich, auf die Aussenschicht aus GRILAMID® XE 3850 eine weitere Schicht aus einem Polyolefin, oder einem thermoplastischen Elastomer, oder aus Polyamid 11 bzw. Polyamid 12

10 aufzubringen.

Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Mehrschichtverbunds sind antistatisch ausgerüstet, indem die Innenschicht 1 oder eine zusätzliche innerste Schicht auf Basis des Polyamid-Blends von Schicht 1 Zusätze enthalten, die sie elektrisch leitfähig machen. Bevorzugte elektrisch leitfähige Zusätze sind Leitruss, Karbonfasern

15 oder Graphitfibrillen.

Ein Rohr respektive eine Leitung wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, wird in einem Koextrusionsprozess hergestellt, in welchem die einzelnen Schichten im wesentlichen gleichzeitig als ein Mehrschichtverbund extrudiert werden. Der Koextrusionsprozess wird dann besonders einfach, wenn die Leitung nur drei Schichten aufweist und zudem

20 das Material für die Innen -und Aussenschicht identisch ist.

Zur Überprüfung der Eigenschaften wurden folgende Ausführungsbeispiele (Varianten 1-5) tatsächlich ausgemessen:

Tabelle 1

	Innenschicht (1)	Zwischenschicht (2)	Zwischenschicht	Aussenschicht (3)
<b>Variante 1</b>	Grilon R50 HNZ	EVOH (EVAL)		Grilon ELX 50 HNZ
<b>Variante 2</b>	Grilon R47 HW	EVOH (EVAL)		Grilon ELX23 NZ
<b>Variante 3</b>	Grilon R47 HW	EVOH (EVAL)	Haftvermittler	Grilamid L25 W20X
<b>Variante 4</b>	Grilamid XE 3850	EVOH (EVAL)		Grilamid XE 3850
<b>Variante 5</b>	Grilamid XE 3850	EVOH (EVAL) +20% Grilon CF7		Grilamid XE 3850

Bei den Varianten 1 bis 3 handelt es sich um Beispiele nach dem Stand der Technik, während die Varianten 4 und 5 erfindungsgemässe Beispiele sind. Das bevorzugte Ausführungsbeispiel ist Variante 4. Variante 5 beschreibt die Beimischung eines Copolyamides zur Spannungsrissverminderung der Schicht aus EVOH (EVAL® von KURARAY, vgl. weiter oben).

Die im Zusammenhang mit diesen Ausführungsbeispielen verwendeten Materialien sind wie folgt:

GRILON® R 50 H NZ ist ein hitzestabilisierter, hochviskoser, unverstärkter, schlagzähmodifizierter Polyamid 6-Extrusionsblasformtyp (Produkt-Bezeichnung nach ISO 1874: PA 6-HI, GH, 34-020). Er ist erhältlich bei der EMS-CHEMIE AG in Domat/Ems, Schweiz. Er verfügt über eine sehr hohe Schmelzefestigkeit, eine hohe Schlagzähigkeit auch bei tiefen Temperaturen und ist für sequenzielles und konventionelles Extrusionsblasformen in Kombination mit flexiblen Typen geeignet.

GRILON® ELX 50 H NZ ist ein hitzestabilisiertes, hochviskoses, schlagzähes Polyamid 6-Elastomer für Extrusionsblasformanwendungen (Produkt-Bezeichnung nach ISO 1874: PA 6/X-HI, BGH, 32-002). Es ist erhältlich bei der EMS-CHEMIE AG in Domat/Ems, Schweiz. Es verfügt über eine sehr hohe Schmelzefestigkeit, eine hohe Schlagzähigkeit auch bei tiefen Temperaturen und ist für sequenzielles und konventionelles Extrusionsblasformen geeignet.

GRILON® R 47 HW ist ein hitzestabilisiertes, hochviskoses, schlagzähes Polyamid 6 für Extrusionsanwendungen (Produkt-Bezeichnung nach ISO 1874/1 : PA 6-P, EHP, 27-005). Es ist erhältlich bei der EMS-CHEMIE AG in Domat/Ems, Schweiz. Es verfügt über eine sehr hohe Schmelzefestigkeit, eine hohe Schlagzähigkeit auch bei tiefen Temperaturen und ist für sequenzielles und konventionelles Extrusionsblasformen geeignet.

GRILON® ELX 23 NZ ist ein hitzestabilisiertes, hochviskoses, schlagzähes, thermoplastisches Polyamid 6-Elastomer für Extrusionsblasformanwendungen (Produkt-Bezeichnung nach ISO 1874: PA 6/X HI, EGR, 12002N). Es ist erhältlich bei

der EMS-CHEMIE AG in Domat/Ems, Schweiz. Es verfügt über eine sehr hohe Schmelzfestigkeit, eine hohe Schlagzähigkeit auch bei tiefen Temperaturen und ist für sequenzielles und koextrudiertes Extrusionsblasformen geeignet.

GRILAMID® L 25 W 20 X ist ein halbflexibler, weichmacherhaltiger, hochviskoser Extrusionstyp auf Basis von Polyamid 12. Er ist schlagzähmodifiziert und hitzestabilisiert (Produkt-Bezeichnung nach ISO 1874: PA 12-HIP, EHL, 22-005). Er ist erhältlich bei der EMS-CHEMIE AG in Domat/Ems, Schweiz. Es verfügt über eine sehr hohe Schlagzähigkeit auch bei tiefen Temperaturen, ist halbflexibel, verfügt über eine gute Chemikalienbeständigkeit, hat eine niedrige Dichte und ist sehr gut zu verarbeiten.

GRILON® CF 7 ist ein Copolyamid 6/12 mit einem tiefen Schmelzpunkt (Produkt-Bezeichnung nach ISO 1874: PA6/12, FT, 18-010). Es ist erhältlich bei der EMS-CHEMIE AG in Domat/Ems, Schweiz. Es verfügt über eine hohe Flexibilität und Zähigkeit, eine gute Transparenz, einen tiefen Schmelzpunkt sowie gute Tiefzieh- und Orientierbarkeit. Es verfügt über einen Polyamid 6-(Caprolactam-)Anteil von 55 Gewichts-%.

Die genannten Varianten 1 bis 5 wurden einerseits jeweils einem Zinkchloridtest unterzogen, und andererseits einem Sour-Gas Test. Dabei wurden die in diesem Gebiet üblichen Spezifikationen gemäss SAE XJ 2260 sowie gemäss Ford WSS-M 98D33-A3 verwendet.

#### Zinkchloridtest:

Test nach SAE XJ 2260 Absatz 7.5, Resistance to Zinc Chloride, respektive Ford WSS-M 98D33-A3 Absatz 3.4.5, Resistance to Zinc Chloride.

Berstdruckprüfung (hier bei Raumtemperatur=RT gemessen):

Tabelle 2

	Berstdruck	Angeliefert	SAEJ2260, Behandlung: 200 h bei RT	Ford, Behandlung: 200h bei 60°C Minimalerfordernis: 41.4 bar
<b>Variante 1</b>	[bar]	101.0	86.4	98.6
<b>Variante 2</b>	[bar]	114.1	100.5	Nicht bestanden
<b>Variante 3</b>	[bar]	122.4	108.5	Nicht bestanden
<b>Variante 4</b>	[bar]	124.5	124.7	160.8
<b>Variante 5</b>	[bar]	120.6	95.2	133.0

Die in der mit " Angeliefert " bezeichneten Kolonne angegebenen Werte beziehen sich auf die entsprechend identischen Leitungen ohne Vorbehandlung mit Zinkchlorid.

- 5 Es kann klar erkannt werden, dass das bevorzugte Ausführungsbeispiel, d. h. Variante 4, herausragende Eigenschaften bezüglich der Varianten 1 bis 3 gemäss Stand der Technik aufweist.

#### Sour-Gas Test:

- 10 Test nach SAE XJ 2260 Absatz 7.8, Auto-Oxidized Gasoline, respektive Ford WSS-M 98D33-A3 Absatz 3.4.10, Oxidized Fuel Resistance (Sour Gas).

Kälteschlag-Test (Schlagtest immer bei -40 Grad Celsius):

Tabelle 3

	Schlag- prüfung	Angeliefert	SAEJ2260, PN 90 Behandlung: 1000 h bei 40 °C	Ford, PN 180 Behandlung: 360 h bei 60°C
<b>Variante 1</b>	[ % ]	Ohne Bruch	80 % Bruch	Ohne Bruch
<b>Variante 2</b>	[ % ]	Ohne Bruch	90 % Bruch	Ohne Bruch
<b>Variante 3</b>	[ % ]	Ohne Bruch	90% Bruch	80% Bruch
<b>Variante 4</b>	[ % ]	Ohne Bruch	10 % Bruch	10 % Bruch
<b>Variante 5</b>	[ % ]	Ohne Bruch	20 % Bruch	10 % Bruch

- 15 Auch unter diesen Bedingungen kann die Überlegenheit der bevorzugten Variante 4

erkannt werden.

Weitere wesentliche Eigenschaften wurden an einem Rohr ausschliesslich aus GRILAMID® XE 3850 sowie an einem Rohr gemäss Variante 4, konkret jeweils an einem 8 x 1 mm Rohr (d.h. Aussendurchmesser 8 mm und Wanddicke 1 mm), gemessen, und sind in Tabelle 4 zusammengefasst:

Tabelle 4

Eigenschaft	Messbedingung	Einheit	XE 3850		Variante 4	
				VS*		VS*
Berstdruck nach DIN73378	Bei 23 °C	[bar]	110	38.5	124.5	43.6
	Bei 80 °C	[bar]	40.8	14.3	48.2	16.9
	Bei 120 °C	[bar]	30.5	10.7	n.g.**	
Berstdruck nach SAEJ844d	Bei 23 °C	[bar]	104.2		n.g.**	
	Nach ZnCl bei RT 200h SAEJ844 d (Anforderung 75% of RT Burst)	[bar]	96.0		124.7	
Kälteschlag gemäss SAEJ2260	Bei -40 °C	[ ]	Ohne Bruch		Ohne Bruch	
Zugversuch	Max. Zugspannung	[MPa]	38.0		43.5	
	Streckdehnung	[%]	12.0		8.9	
	Streckspannung	[MPa]	36.9		43.1	
	Bruchspannung	[MPa]	36.9		39	
	Bruchdehnung	[%]	166.9		148.5	

\* Die Vergleichsspannung (VS) in MPa als eine von den Rohrmassen unabhängige Grösse wurde aus dem Berstdruck des Rohrs jeweils unter Verwendung der Formel aus Abschnitt 3.2 von DIN 73378: 1996-02 ermittelt.

\*\* n.g.: nicht gemessen

Es zeigt sich, dass sämtliche Anforderungen gemäss DIN 73378 erfüllt werden. Die in Tabelle 4 aufgeführte Variante 4 erfüllt insbesondere den Zinkchloridtest nach SAEJ844 d. Die in Tabelle 1 aufgeführten Varianten 1-3 nach dem Stand der Technik erfüllen diese Anforderung nicht.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 1 | Innenschicht                         |
| 2 | Zwischenschicht                      |
| 5 | 3 Aussenschicht                      |
| 4 | thermoplastischer Mehrschichtverbund |
| 5 | Innenraum                            |
| 6 | Aussenraum                           |

## PATENTANSPRÜCHE

1. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) in Form eines Hohlkörpers  
aufgebaut aus wenigstens einer Innenschicht (1) auf Basis von Polyamiden,  
5 wenigstens einer Zwischenschicht (2) sowie wenigstens einer thermoplastischen  
Aussenschicht (3)

dadurch gekennzeichnet, dass

die Innenschicht (1) aus einer Mischung auf Basis von verschiedenen Polyamid-  
Homopolymeren gebildet ist.

10

2. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Innenschicht (1) ausserdem einen  
Verträglichkeitsvermittler enthält.

- 15 3. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenschicht (1) aus einer  
Mischung aus wenigstens zwei Komponenten gebildet ist, wobei es sich bei der  
ersten Komponente um ein Polyamid-Homopolymeres ausgewählt aus der  
Gruppe Polyamid 6 und Polyamid 66 handelt, und bei der zweiten Komponente  
20 um ein Polyamid-Homopolymeres ausgewählt aus der Gruppe Polyamid 12,  
Polyamid 11, Polyamid 1010, Polyamid 1212 und Polyamid 1012 handelt.

4. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach Anspruch 3, dadurch  
gekennzeichnet, dass es sich bei der ersten Komponente um Polyamid 6 und  
25 bevorzugt bei der zweiten Komponente um Polyamid 12 handelt.

5. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der Ansprüche 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet, dass die Innenschicht (1) bzw. das Material für die Innenschicht (1) hergestellt worden ist bei einer Compoundiertemperatur von höchstens 280 Grad Celsius und bei einer Extrusionstemperatur von höchstens 280 Grad Celsius.

5

6. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Compoundiertemperatur respektive die Extrusionstemperatur bei höchstens 250 Grad Celsius liegt, bevorzugt im Bereich von 230 Grad Celsius bis 240 Grad Celsius.

10

7. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewichtsverhältnis der ersten Komponente zur zweiten Komponente im Bereich von 2:3 bis 3:2 liegt, bevorzugt in einem Bereich von 2:3 bis 1:1.

15

8. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenschicht (1) einen Verträglichkeitsvermittler in einem Anteil im Bereich von 0-30 Gewichtsteilen, bevorzugt in einem Anteil von 0-20 Gewichtsteilen, insbesondere bevorzugt in einem Anteil von 5-15 Gewichtsteilen, bezogen auf das Total der Gewichtsteile aus Polyamiden und Verträglichkeitsvermittler, enthält.

20

9. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass es sich beim Verträglichkeitsvermittler um einen Schlagzähmodifikator, ein Elastomer oder einen Kautschuk, insbesondere bevorzugt um ein säuremodifiziertes Ethylen/ $\alpha$ -Olefin-Copolymeres handelt.

25

10. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden



Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenschicht (2) aus einem Material auf Basis von Polyamid 6, einem Copolyamid wie Copolyamid 6/12, auf Basis eines Polyolefins, auf Basis eines Ethylen/Vinylalkohol-Copolymeren oder auf Basis eines Blends von mindestens zwei dieser Komponenten besteht.

5

11. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenschicht (1) unmittelbar an die Zwischenschicht (2) grenzt, und dass bevorzugt ausserdem die Zwischenschicht (2) unmittelbar an die Aussenschicht (3) grenzt.

10

12. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch mindestens eine weitere Zwischenschicht zwischen der bevorzugt aus Ethylen/Vinylalkohol-Copolymeren gebildeten Zwischenschicht (2) und der Innenschicht (1) und/oder der Aussenschicht (3), wobei diese mindestens eine weitere Zwischenschicht bevorzugterweise aus einem Material auf Basis von Polyamid 6, einem Copolyamid wie Copolyamid 6/12, auf Basis eines Polyolefins oder auf Basis eines Blends von mindestens zwei dieser Komponenten besteht.

15

13. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung der Innenschicht (1) antistatische Additive, Weichmacher, Pigmente oder Verstärkungsmittel enthält.

20

14. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mehrschichtverbund als Rohr ausgebildet ist und die Innenschicht oder eine zusätzliche innerste Schicht auf Basis des Polyamid-Blends elektrisch leitfähige Zusätze enthält.

25

15. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Zwischenschicht (2) auf der Basis von Ethylen/Vinylalkohol-Copolymeren (EVOH) vorhanden ist, wobei bevorzugt in dieser Schicht zusätzlich Additive vorgesehen sind, um die mechanischen Eigenschaften wie Schlagzähigkeit, Spannungsrissbeständigkeit, Reissdehnung zu verbessern.
16. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenschicht (3) aus Polyolefin oder thermoplastischem Elastomer besteht.
17. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenschicht (3) aus einer Mischung auf Basis von verschiedenen Polyamid-Homopolymeren gebildet ist, wobei es sich beim Polyamid bevorzugt um eine Mischung auf Basis von wenigstens zwei Komponenten aus verschiedenen Polyamid-Homopolymeren handelt, es sich bei der ersten Komponente der Aussenschicht (3) um ein Polyamid-Homopolymeres ausgewählt aus der Gruppe Polyamid 6 und Polyamid 66 handelt, und bei der zweiten Komponente der Aussenschicht (3) um ein Polyamid-Homopolymeres ausgewählt aus der Gruppe Polyamid 12, Polyamid 11, Polyamid 1010, Polyamid 1212 und Polyamid 1012.
18. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der ersten Komponente der Aussenschicht (3) um Polyamid 6 und bevorzugt bei der zweiten Komponente der Aussenschicht (3) um Polyamid 12 handelt.
19. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewichtsverhältnis der ersten Komponente der

Aussenschicht (3) zur zweiten Komponente der Aussenschicht (3) im Bereich von 2:3 bis 3:2 liegt, bevorzugt in einem Bereich von 2:3 bis 1:1.

20. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 19,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenschicht (3) ausserdem einen  
Verträglichkeitsvermittler, bevorzugt in einem Anteil von im Bereich von 0-30  
Gewichtsteilen, bevorzugt in einem Anteil von 0-20 Gewichtsteilen,  
insbesondere bevorzugt in einem Anteil von 5-15 Gewichtsteilen, bezogen auf  
das Total der Gewichtsteile aus Polyamiden und Verträglichkeitsvermittler,  
10 enthält.
21. Thermoplastischer Mehrschichtverbund (4) nach Anspruch 20, dadurch  
gekennzeichnet, dass es sich beim Verträglichkeitsvermittler der Aussenschicht  
(3) um einen Schlagzähmodifikator, ein Elastomer oder einen Kautschuk,  
15 insbesondere bevorzugt um ein säuremodifiziertes Ethylen/ $\alpha$ -Olefin-  
Copolymeres handelt.
22. Verfahren zur Herstellung eines Hohlkörpers aus einem thermoplastischen  
Mehrschichtverbund nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch  
20 gekennzeichnet, dass die Innenschicht (1), die Zwischenschicht (2) sowie die  
Aussenschicht (3) und gegebenenfalls weitere Zwischenschichten in einem  
Koextrusionsprozess insbesondere bevorzugt zu einem Rohr respektive einer  
Leitung oder einem Behälter zusammengefügt werden.
- 25 23. Verwendung eines thermoplastischen Mehrschichtverbundes (4) nach einem der  
Ansprüche 1 bis 18 als Kraftstoffleitung insbesondere für flüssige Kraftstoffe  
wie Benzin oder Diesel beispielsweise bei Verbrennungsmotoren.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft einen thermoplastischen Mehrschichtverbund (4) in Form eines Hohlkörpers aufgebaut aus wenigstens einer Innenschicht (1) auf Basis von Polyamiden, wenigstens einer Zwischenschicht (2) sowie wenigstens einer thermoplastischen Aussenschicht (3). Ausserdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen thermoplastischen Mehrschichtverbundes sowie die Verwendung eines derartigen thermoplastischen Mehrschichtverbundes als Leitung insbesondere für Kraftstoffe. Besonders im Zusammenhang mit der Verwendung als Leitung für Kraftstoffe erweist sich der vorgeschlagene Mehrschichtverbund als überraschend resistent in Bezug auf peroxidhaltiges Benzin bei gleichzeitig einfachem Aufbau, wenn die Innenschicht (1) aus einer Mischung auf Basis von verschiedenen Polyamid-Homopolymeren gebildet ist.

15

(Fig. 1)

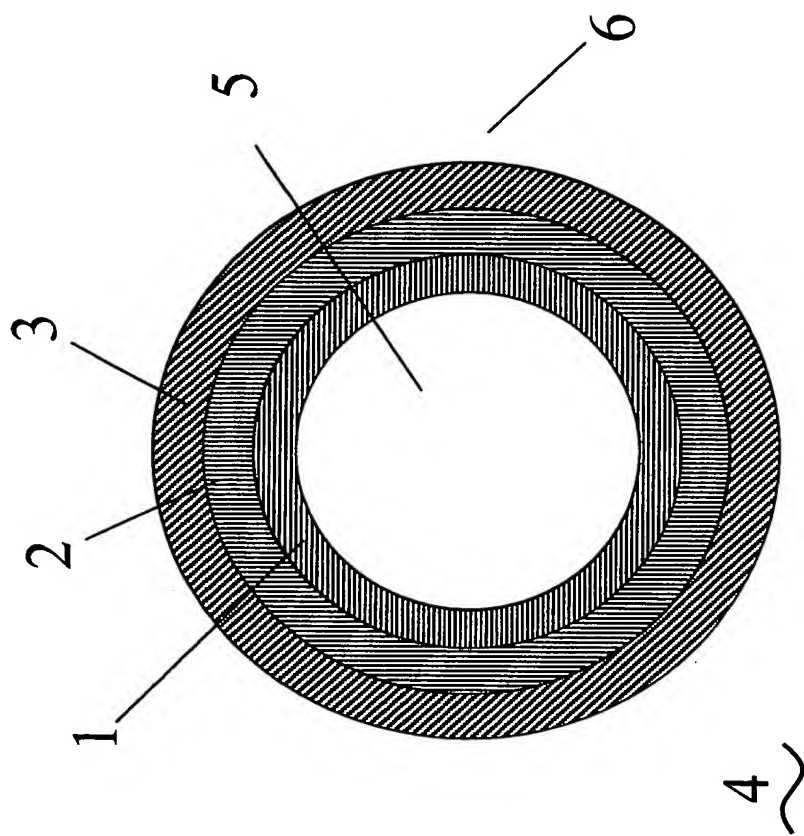


Fig. 1

In Re Application of: Alex STOLARZ et al.

Application No.: Unassigned      Group Art Unit: Unassigned

Filed: February 25, 2004      Examiner: Unassigned

For: THERMOPLASTIC MULTILAYER COMPOSITE  
IN THE FORM OF A HOLLOW BODY